

***INVESTIGACION DEL IMPACTO POTENCIAL
DE LA ELIMINACION DE BEJUCOS SOBRE
LA DIVERSIDAD DE ARTROPODOS DEL
DOSEL EN OQUIRIQUIA, BOLIVIA***

Documento Técnico 70/1998

Jonathan G. Davies
Cresswell Associates

Contrato USAID: 511-0621-C-00-3027
Chemonics International
USAID/Bolivia
Junio, 1998

Objetivo Estratégico de Medio Ambiente (USAID/Bolivia)

Traducción: Daniel Nash

***Investigación del Impacto Potencial
de la Eliminación de Bejucos sobre
la Diversidad de Artrópodos
del Dosel en Oquiriquia, Bolivia***

***Proyecto de Manejo
Forestal Sostenible
BOLFOR***

Cuarto Anillo
esquina Av. 2 de Agosto
Casilla 6204
Teléfonos: 480766 - 480767
Fax: 480854
e-mail: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo
Santa Cruz, Bolivia

*BOLFOR es un proyecto financiado por USAID y el Gobierno de Bolivia e implementado por
Chemonics International, con la asistencia técnica de Conservation International,
Tropical Research and Development y Wildlife Conservation Society*

TABLA DE CONTENIDO

		Página
SECCION I	ANTECEDENTES	I-1
SECCION II	INTRODUCCION	II-1
SECCION III	SITIO DE ESTUDIO	III-1
SECCION IV	METODOLOGIA	IV-1
	A. Procedimiento de Fumigación	IV-1
	B. Parámetros para los Arboles	IV-2
IV-2	C. Procesamiento del Material	
	D. Análisis de Datos	IV-3
SECCION V	RESULTADOS	
V-1		
	A. Riqueza y Abundancia de Especies	V-1
	B. Composición Faunística	V-2
V-5	C. Patrones de Diversidad a Nivel de Familia	
SECCION VI	DISCUSION	VI-1
	A. Impacto Potencial de la Eliminación de Bejucos sobre la Riqueza y Abundancia de Especies	VI-1
	B. Variaciones en la Composición Faunística	VI-2
SECCION VII	CONCLUSIONES	VII-1
SECCION VIII	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	VIII-1

Cuadros:

- | | | |
|----|--|------|
| 1. | Datos de muestreo de los 12 pares de árboles fumigados | IV-2 |
| 2. | Comparaciones de la riqueza y abundancia de la fauna de coleópteros en árboles con y sin bejucos en la copa | V-1 |
| 3. | Comparación de la composición de las familias de coleópteros de los 10 árboles de <i>Xylopia sericea</i> sin bejucos y de los 10 Árboles de <i>Xylopia sericea</i> con bejucos | V-5 |
| 4. | Resultados de las pruebas pareadas de t de una cola. En cada caso, n=12. | |

Figuras:

- | | | |
|-----|--|-------|
| 1. | Ordenamiento (DECORANA) de los 12 pares de árboles en base a sus faunas de coleópteros | V-3 |
| 2. | Clasificación TWINSpan de los 12 pares de árboles en base a sus faunas de coleópteros | V-4 |
| 3-4 | Número de especies registradas en las 10 principales familias de coleópteros de (a) los 12 árboles sin bejucos (sombreado leve); y (b) los 12 árboles con bejucos (sombreado oscuro) | V-7/8 |

Las opiniones y juicios técnicos expresados en los informes del Proyecto BOLFOR, son emitidos por los consultores contratados por el proyecto y no reflejan necesariamente la opinión o políticas de la Secretaría Ejecutiva del PL480 o USAID.

SECCION I

ANTECEDENTES

El presente estudio se llevó a cabo como parte del programa de investigación sobre ecología del Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR, el cual realiza investigación sobre los efectos de la infestación por bejucos en la productividad de árboles maderables en la concesión forestal de Oquiriquia, ubicada en la zona nor-oriental de Bolivia. El principal objetivo del estudio fue complementar dicho trabajo y evaluar el posible impacto de la eliminación de bejucos sobre la diversidad de insectos del dosel.

El trabajo de campo se efectuó entre el 25 de julio y el 5 de agosto de 1997, con la colaboración del Dr. Todd Fredericksen del Proyecto BOLFOR y del Sr. John Medina del Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado.

SECCION II

INTRODUCCION

Desde la firma del Tratado de Diversidad Biológica en la Cumbre de la Tierra, realizada en Río en junio de 1992, el énfasis de la conservación se ha desplazado claramente de la protección de especies individuales y las políticas exclusivistas de áreas protegidas, hacia la preservación de una cantidad óptima y diversa de especies. Junto con este aumento de la importancia de la diversidad, se ha desarrollado también un enfoque más pragmático de la conservación, en el cual se requiere que las áreas silvestres “paguen” la garantía de su supervivencia mediante el suministro de recursos sostenibles. Este cambio de filosofía se debe en gran parte a la aceptación general de que el uso insostenible conlleva a una reducción potencialmente catastrófica de la diversidad ecológica del planeta.

El manejo forestal sostenible es una forma de uso del suelo que constituye un término medio entre el desarrollo y la conservación de la biodiversidad, en el que se equilibran los intereses comerciales a largo plazo con las prácticas ecológicas benéficas. En vez de talar extensas áreas de bosques naturales, el objetivo es mantener la integridad del ecosistema al mismo tiempo que se permite el uso limitado del recurso durante un período indefinido mediante el aprovechamiento de impacto reducido. En efecto, la extracción limitada y selectiva de árboles maderables, emulando la creación natural de claros en el dosel, puede tener como resultado una estructura física (Young 1992) y composición por clase de edad (Spellerberg y Sawyer 1993) más variadas en el bosque, y por tanto podría aumentar la diversidad local (alfa). Sin embargo, si esta extracción selectiva de árboles no se mantiene a un nivel reducido, las especies adaptadas a bosques no alterados desaparecerán del sistema.

En años recientes, se ha demostrado que la diversidad de artrópodos del dosel de los bosques tropicales es extraordinariamente alta (Stork *et al.* 1997) y es quizás el componente individual más grande de la biodiversidad global. Actualmente la ciencia conoce alrededor de un millón de especies de insectos y probablemente existan 10 millones más por describir. Sólo por esta razón, se puede argüir que los insectos deberán tomarse en cuenta siempre al diseñar programas de manejo forestal con posibles impactos en la biodiversidad del bosque. Sin embargo, esta enorme diversidad hace de la evaluación rápida del impacto de las prácticas silviculturales sobre los insectos del dosel una tarea virtualmente imposible.

La mayoría de los estudios del dosel en los que estas extrapolaciones se basan (ej. Adis *et al.* 1984; Erwin 1983; Hammond 1990; Stork 1987a y b) han utilizado la fumigación con insecticidas, método que permite la recolección de muestras grandes y amplias de insectos aún en los doseles de mayor altura. Sin embargo, dichas muestras generalmente son tan amplias que es impracticable avanzar más allá de la selección de los taxones recolectados. Por lo tanto, a menudo es necesario muestrear un sub-grupo representativo de los distintos grupos.

En este sentido, se puede señalar que el grupo más efectivo para el estudio son los escarabajos (orden Coleoptera), los cuales presentan una alta diversidad, ocupan casi todos los nichos tróficos, y son relativamente fáciles de recolectar, clasificar e identificar (por lo menos a nivel de morfoespecie). Estos insectos son también un grupo numéricamente dominante y tienen

un papel ecológicamente significativo en el dosel como herbívoros, polinizadores, depredadores, carroñeros, fungívoros, xilófagos y descomponedores. La capacidad de los escarabajos para explotar un rango tan amplio de alimentos, la cual ha sido uno de los principales factores para su éxito en el planeta, hace que el grupo no sólo sea altamente significativo ecológicamente, sino también probablemente más apto que cualquier otro grupo de organismos para funcionar como sustituto de la biodiversidad total y como indicador del impacto del uso de recursos sobre la biodiversidad.

Un gran número de factores ecológicos influyen sobre la biodiversidad de invertebrados en los hábitats formados por los bosques tropicales. Quizás el más significativo, sin embargo, es la presencia de un conjunto diverso y estructuralmente complejo de plantas, atributo que ha demostrado correlacionarse con la mayor diversidad de especies de invertebrados (Samways 1994; Braithwaite 1996). A mayor número de especies de plantas presentes y microhábitats disponibles, mayor cantidad de especies de insectos.

Esta variedad de los componentes florales y estructurales del bosque se deben a la vegetación epífita, de la cual los bejucos forman una parte significativa. El alto índice de superficie foliar de varias especies de bejucos, junto con su hábito de formar grupos tridimensionales, contribuye a un aumento considerable de la disponibilidad de nichos y el consiguiente aumento de la abundancia y diversidad de artrópodos (Wolda 1979). También se conoce que varios vertebrados usan los bejucos como refugio y fuente de insectos para su alimentación, por lo que es de esperarse que estas plantas brinden una contribución importante a la biodiversidad total del bosque.

Sin embargo, se ha demostrado que la presencia de bejucos en los bosques dedicados a la explotación comercial causa daños a los árboles, dificulta la extracción de troncas y tiene un impacto negativo sobre la tasa de crecimiento y la productividad de los árboles (Putz 1991). La eliminación de bejucos es por lo tanto el método silvicultural lógico y justificable para la mejora del recurso maderero. Sin embargo, se conoce poco sobre el impacto ecológico de esta práctica, por lo que el presente estudio tiene como meta el evaluar el posible efecto de dichas operaciones en la diversidad y composición de la fauna de artrópodos del dosel.

SECCION III

SITIO DE ESTUDIO

El estudio se efectuó en las cercanías de las parcelas de investigación silvicultural, establecidas por BOLFOR en la concesión forestal de Oquiriquia, en la zona del Bajo Paraguá, en el oriente de Bolivia. Gran parte del bosque de la zona presenta una alta densidad de bejucos y otras plantas trepadoras. BOLFOR ha iniciado un programa de investigación en dicha concesión con el fin de estudiar el impacto potencial de los bejucos sobre la productividad de los árboles maderables, para lo cual se ha establecido una serie de parcelas permanentes con el fin de investigar los efectos fisiológicos de los bejucos sobre los árboles hospederos. La hipótesis de dicho estudio es que la presencia de bejucos causa una reducción en la disponibilidad de luz, agua y nutrientes para el árbol hospedero, con la consiguiente disminución de su productividad. En los bosques secos de Oquiriquia, la disponibilidad de agua es particularmente importante y los resultados preliminares del estudio antes mencionado indican que el potencial hídrico de los árboles infestados por bejucos aumenta significativamente, y casi de inmediato, al cortarse los tallos de los bejucos (D. Pérez com. pers.).

Se había previsto usar para el presente estudio los mismos árboles de la investigación sobre corta de bejucos. Sin embargo, se determinó que dichos árboles no eran adecuados para el muestreo entomológico, ya que la especie seleccionada es decidua y todas las hojas habían caído como consecuencia del inicio de la época seca. Por lo tanto, se enfocó el estudio en la diferencia de la diversidad de escarabajos entre árboles con y sin bejucos, en lugar de hacer una comparación entre árboles con y sin bejucos, y árboles de los cuales se eliminaron las plantas trepadoras.

SECCION IV

METODOLOGIA

A. Procedimiento de Fumigación

Se muestreó un total de doce pares de árboles mediante la fumigación con insecticida. Un árbol de cada par tenía bejucos y el otro no. Se fumigaron diez pares de la misma especie común, *Xylopiya sericea*, con el fin de controlar la variación de la composición y diversidad de la fauna de coleópteros presente. Se fumigó un par de árboles de dos especies adicionales (*Ecclinusa ramiflora* y *Myrcianthes* sp.) permitiendo así la comparación intra e inter-específica en la fauna de coleópteros arbóreos. Los árboles se parearon, en lo posible, en base a su similaridad en cuanto a altura, tamaño de la copa y diámetro a la altura del pecho (dap), para controlar la variación física entre ellos. Ambos árboles de cada par fueron fumigados el mismo día para controlar la variación de un día a otro en cuanto a condiciones climáticas.

En lo posible, la fumigación se realizó en la mañana, mientras el aire se encontraba en calma. Esto fue particularmente importante ya que la fumigadora utilizada (Prolihacto PL50) tiene un alcance de sólo 8 a 10 m cuando no hay viento (el cual disminuye considerablemente debido a la brisa). Para garantizar el tratamiento adecuado del dosel, se hicieron fumigaciones con insecticida desde una escalera apoyada en el tronco de otros árboles adyacentes. El insecticida utilizado fue un piretroide sintético, Arrivo 25. Este producto se degrada por acción de la luz solar directa y por lo tanto no persiste en el medio ambiente.

Un día antes de las fumigaciones, se cortó toda la vegetación existente debajo de las copas de los árboles señalados para el experimento. Luego se suspendieron debajo de cada árbol cinco embudos recolectores de nylon de 1 m² amarrados en una serie de cuerdas fijadas en los árboles vecinos. Poco antes de la fumigación, al día siguiente, se colocó una botella plástica para la recolección al fondo de cada embudo, la cual se llenó hasta una cuarta parte con una solución de etanol al 70%. Se procedió luego a la fumigación poco después del amanecer, pero sólo posteriormente a noches secas, ya que el agua acumulada en las hojas de los árboles evitaría la caída de una porción de los insectos muertos (en particular las especies de menor tamaño).

Posteriormente, la acción del insecticida causó la muerte de los insectos y su caída a los embudos de recolección, situados debajo de los árboles. Los árboles fueron fumigados tanto como fue necesario para garantizar una cobertura máxima del dosel y afectar de este modo al mayor número de insectos. Se dejó transcurrir un “tiempo de caída” de dos horas para permitir que todos los insectos muertos cayeran de los árboles tratados. Finalmente, los embudos se limpiaron con brochas, asegurando así que los insectos que hubiesen quedado en éstos cayeran a la botella ubicada en el fondo.

B. Parámetros para los Árboles

Se midieron varios parámetros a tiempo de realizar el muestreo (ver Cuadro 1). La altura de los árboles y la altura del límite inferior del dosel se establecieron mediante un clinómetro. El diámetro medio de las copas se calculó a partir de estimaciones del diámetro máximo y mínimo, las cuales se efectuaron con cinta métrica directamente debajo del dosel. El diámetro a la altura del pecho (dap) se midió con cinta diamétrica. Se estimó la proporción aproximada de bejucos presentes en la copa cada árbol (como porcentaje del área foliar total) en tres mediciones independientes y se calculó la media.

Cuadro 1. Datos de muestreo de los 12 pares de árboles fumigados.

Número de árbol	Altura del árbol (m)	Límite inferior del dosel (m)	Diámetro medio del dosel (m)	dap del tronco (cm)	% de bejucos (sólo B)	Hora de fumigación	Tiempo de fumigación (segs.)
1A/1B	11.9/13.1	6.8/9.9	5.9/4.1	12.6/15.3	30%	0905/0920	135/155
2A/2B	13.7/11.1	8.3/7.9	3.1/3.8	12.2/15.2	50%	0900/0930	140/120
3A/3B	10.1/10.7	6.1/7.6	7.0/5.0	14.5/13.3	63%	1125/1135	144/125
4A/4B	10.4/9.2	8.5/7.3	5.5/5.0	11.0/12.0	25%	1005/1025	138/137
5A/5B	10.3/10.4	5.5/6.1	5.5/3.8	11.3/11.1	30%	0930/0945	134/135
6A/6B	13.7/12.2	10.3/8.5	7.0/6.3	18.5/17.5	25%	1615/1645	210/150
7A/7B	12.8/9.6	7.6/5.5	8.0/5.0	18.2/13.3	20%	0930/1040	180/170
8A/8B	16.3/11.7	11.9/6.7	7.0/4.4	18.2/12.3	30%	1040/1500	135/130
9A/9B	13.1/14.3	9.0/9.0	5.2/4.9	14.9/14.1	20%	1330/1340	165/165
10A/10B	10.8/13.8	7.0/8.5	4.5/5.6	11.8/12.0	35%	1030/1045	126/128
11A/11B	16.2/18.2	11.6/11.0	4.8/6.4	13.0/18.6	15%	1700/1700	180 (conj.)
12A/12B	9.2/7.9	5.5/4.4	2.4/2.8	9.1/9.5	5%	1000/1005	96/97

C. Procesamiento del Material

Después de dos horas de tiempo de caída, los especímenes de cada embudo recolector fueron transferidos a un tubo etiquetado con alcohol fresco al 70%, previamente a la clasificación. La clasificación inicial del material consistió en la extracción de los grupos seleccionados para el estudio (incluyendo Coleópteros para el presente informe, así como Himenópteros y Hemípteros para su estudio por parte de los entomólogos del Museo de Historia Natural de Santa Cruz). La clasificación se llevó a cabo en el campamento entre eventos de muestreo.

Una vez que los especímenes de cada embudo fueron extraídos y colocados en tubos separados y etiquetados, éstos fueron enviados al Reino Unido, donde se montaron adecuadamente. Cada espécimen fue etiquetado con detalles sobre el lugar de colecta, el método de muestreo, la especie de árbol, la fecha y el nombre del recolector. Una vez montados, los especímenes fueron clasificados en grupos taxonómicos, a nivel de familia y morfoespecie (o

unidad taxonómica reconocible - UTR). Una vez que los especímenes fueron asignados a su específica UTR, la información fue ingresada, por muestra, en una base de datos.

D. Análisis de Datos

El objetivo principal del análisis fue determinar si existe una diferencia significativa entre la diversidad de coleópteros en árboles con y sin bejucos. Debido a que la mayoría de los índices de diversidad no son aptos para las pruebas de significancia, se efectuaron conteos simples de riqueza y abundancia de especies (que constituyen datos en números enteros) para los 24 árboles muestreados durante el estudio. Se usaron pruebas pareadas de t para la significancia entre las dos condiciones.

Las variaciones en la composición faunística de los árboles fueron analizadas mediante un análisis multivariable estándar. Se usó Análisis de Doble Vía de Especies Indicadoras (TWINS-PAN) para expresar la similaridad entre las faunas en forma de una jerarquía multivariada, mientras que el Análisis de Correspondencia DECORANA expresa las mismas relaciones en forma de un gráfico bi-dimensional.

Se usó análisis de regresión múltiple para comprobar las correlaciones entre las variables dependientes (riqueza o abundancia de especies) e independientes (altura de los árboles, diámetro de la copa, dap, altura del límite inferior del dosel, duración de las fumigaciones y porcentaje presente de bejucos).

También se analizaron los datos en cuanto a las diferencias en la representatividad de las familias de coleópteros entre árboles con y sin bejucos, mediante análisis de varianza de doble vía y pruebas pareadas de t. Posteriormente se analizaron las diferencias en la abundancia de los distintos grupos funcionales de coleópteros, entre árboles con y sin bejucos.

SECCION V

RESULTADOS

Se recolectó un total de 3.226 escarabajos en los 24 árboles fumigados; registrándose 741 especies, las cuales pertenecen a 58 distintas familias. Sólo 209 especies estaban representadas por tres o más individuos y 434 especies por un solo espécimen. Las familias más abundantes y ricas en especies de las 58 registradas en el estudio fueron: Curculionidae (171 especies, 462 individuos), Chrysomelidae (80 especies, 218 individuos), Staphylinidae (70 especies, 430 individuos) y Coccinellidae (35 especies, 69 individuos).

A. Riqueza y Abundancia de Especies

En el Cuadro 2 se presenta el número de especies e individuos de escarabajos recolectados en cada uno de los 24 árboles fumigados (en doce pares).

Las pruebas pareadas efectuadas en los datos revelan que la riqueza de especies es significativamente mayor en los árboles con bejucos que en los sin bejucos (prueba de t pareada; $p = 0.036$). Se determinó que la abundancia no es significativamente mayor en los árboles con bejucos ($p = 0.199$), en gran parte debido a la abundancia relativa de escarabajos en las muestras 1 (A y B) y 10 (A y B) (ver la Sección VI). Omitiendo estas dos muestras del análisis, se constató que tanto la riqueza como la abundancia de especies son significativamente mayores en los árboles con bejucos que en los sin bejucos ($p < 0.001$ en cada caso).

Cuadro 2. Comparaciones de la riqueza y abundancia de la fauna de coleópteros en árboles con y sin bejucos en la copa.

Par de árboles	Riqueza de especies		Abundancia	
	Sin bejucos (A)	Con bejucos (B)	Sin bejucos (A)	Con bejucos (B)
1 - <i>Xylopia sericea</i>	111	95	283	163
2 - <i>Xylopia sericea</i>	71	119	148	251
3 - <i>Xylopia sericea</i>	84	84	142	170
4 - <i>Xylopia sericea</i>	38	86	67	144
5 - <i>Xylopia sericea</i>	23	46	30	74
6 - <i>Xylopia sericea</i>	87	104	230	278
7 - <i>Xylopia sericea</i>	41	52	86	77
8 - <i>Xylopia sericea</i>	22	73	32	142
9 - <i>Xylopia sericea</i>	40	85	46	118
10 - <i>Xylopia sericea</i>	95	53	203	76
11 - <i>Ecclinusa ramiflora</i>	34	59	49	82
12 - <i>Myrcianthes</i> sp.	38	59	49	82

La riqueza de especies en los árboles de *Xylopia sericea* sin bejucos fluctúa entre 22 especies en el árbol 8A y 11 especies en el árbol 1A, mientras que la abundancia varía de 32 a 283 individuos (en los mismos dos árboles). En los árboles con bejucos, el número de especies de coleópteros fluctúa entre 46 en el árbol 5B y 119 en el árbol 2B, mientras que la abundancia varía de 74 individuos (en el árbol 5B) a 278 individuos en el árbol 6B.

La variabilidad intraespecífica en cuanto a riqueza y abundancia de especies que muestra *Xylopia sericea* posiblemente se debe a una combinación de factores ecológicos y de muestreo, tales como el tamaño y la edad del árbol, su índice de superficie foliar y (en lo aplicable) porcentaje de cobertura por bejucos, y la cantidad de insecticida llegado al dosel. El análisis de regresión múltiple reveló que sólo la abundancia de coleópteros (y no la riqueza de especies) está significativamente correlacionada con cualquiera de los parámetros medidos durante el muestreo y que esto se aplica sólo en diez árboles con bejucos.

Cuando se introducen las variables independientes (altura de los árboles, altura del límite inferior del dosel, dap, duración de las fumigaciones y porcentaje de cobertura por bejucos) en la regresión lineal múltiple usando la riqueza de especies como variable dependiente, las ecuaciones de regresión para ambos tratamientos (árboles con y sin bejucos) no son significativas. Sin embargo, cuando se introducen los parámetros con número de individuos (variable dependiente: número de individuos; variables independientes: altura de los árboles, altura del límite inferior del dosel, dap, duración de las fumigaciones y porcentaje de cobertura por bejucos), la ecuación de regresión para los árboles con bejucos es significativa ($p = 0.005$) y explica un 90.5% de la variación. Todas las variables independientes se introdujeron en la ecuación de regresión:

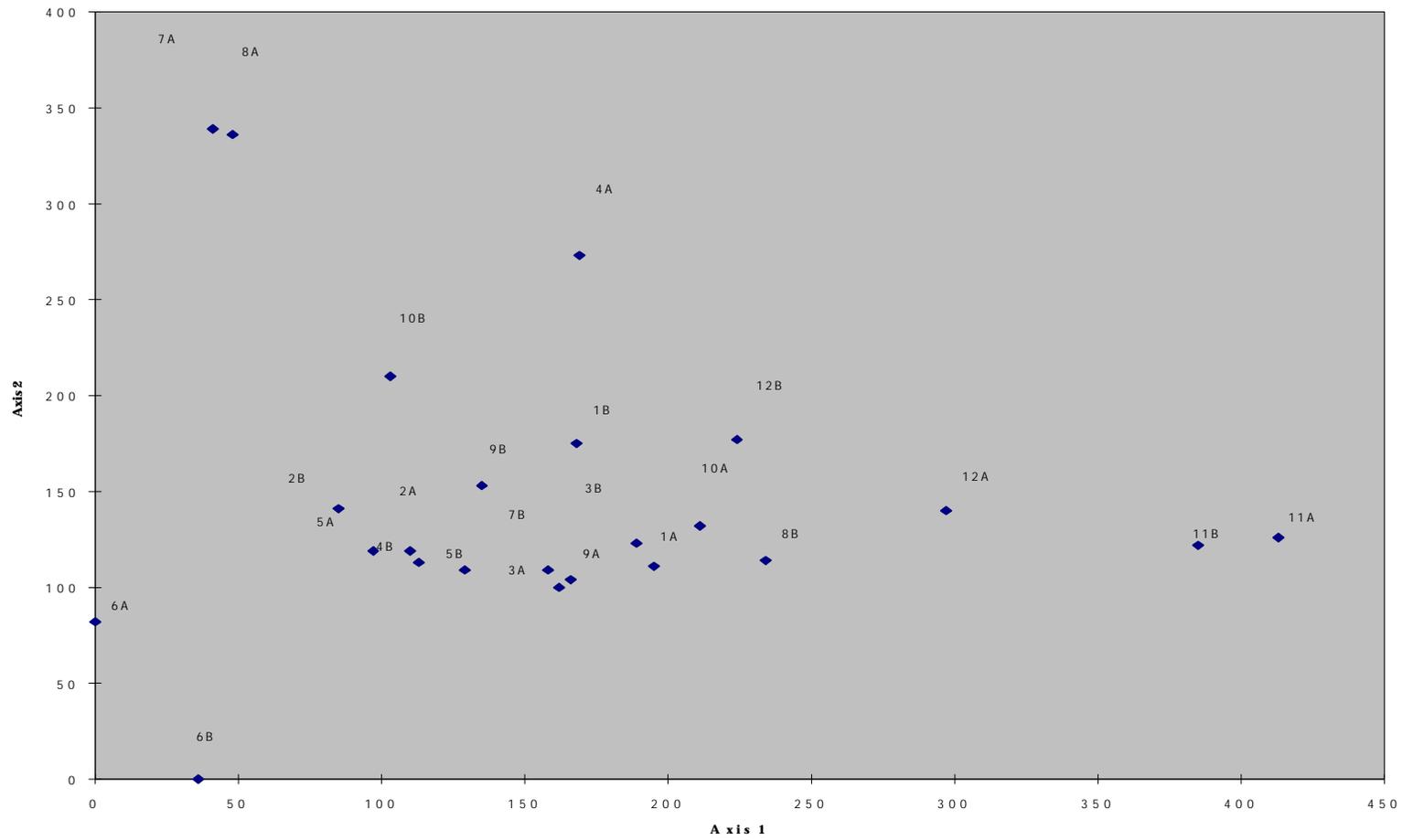
Individuos = - 14.0 - 19.3(altura de los árboles) + 12.6(altura del límite inferior del dosel) + 30.0(dap) - 0.974(duración de las fumigaciones) + 52.9(% de cobertura por bejucos)

Se determinó que sólo dos de las variables son significativas, al ser probadas mediante la estadística t: dap ($t = 5.19$, $p = 0.002$) y duración de la fumigación ($t = -2.53$, $p = 0.045$). Esto indica que en los árboles con bejucos, la abundancia de coleópteros está positivamente correlacionada con la duración de las fumigaciones. En la Sección VI se discuten las posibles razones de esta correlación.

B. Composición Faunística

El análisis de la composición faunística revela el grado de similaridad de los 24 árboles, sobre la base de las faunas de coleópteros encontradas en cada uno de éstos. La Figura 1 expresa estas relaciones según el resultado del análisis DECORANA, mientras que las mismas relaciones se presentan en la Figura 2 como resultado del análisis TWINSpan. Nótese que las especies representadas por un solo individuo a nivel general han sido omitidas del análisis, ya que se asume que éstas tienen una importancia ecológica limitada en este contexto.

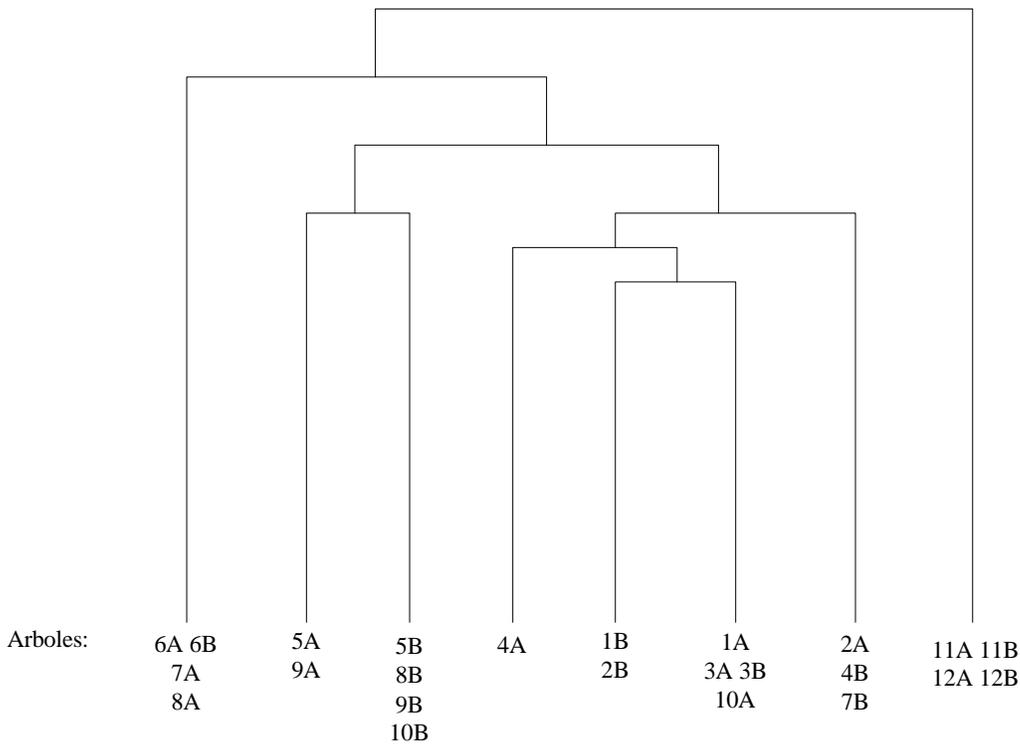
Figura 1. Ordenamiento (DECORANA) de los 12 pares de árboles en base a sus faunas de coleópteros.



No surge un patrón claro a partir del análisis DECORANA, aparte de que la mayoría de los árboles de *Xylopia sericea* están agrupados en la parte central del diagrama, tal como se podría esperar en árboles de la misma especie. Sin embargo, se presentan otros patrones sutiles. El primero de éstos es la separación de los dos árboles de *Ecclinusa ramiflora* (11A y 11B) y en menor grado el par de *Myrcianthes* (12A y 12B), ubicados a la derecha de los 20 árboles de *Xylopia sericea*. En el análisis, los árboles fumigados en la tarde en lugar de la mañana (en particular, los árboles 6A y 6B) aparecen separados del grupo principal (y están desplazados hacia la parte inferior del gráfico).

Figura 2.

Clasificación TWINSpan de los 12 pares de árboles en base a sus faunas de coleópteros.



Lo distintivo de las faunas de coleópteros de los dos pares de árboles no pertenecientes al género *Xylopi*a se hace más obvio en el análisis TWINSpan (Figura 2), el cual separa a dichos árboles de los otros 20 en el primer nivel de división. Es necesario recalcar que no surgen otros patrones, lo cual sugiere que las faunas de los 20 árboles de *Xylopi*a *sericea* son relativamente similares.

C. Patrones de Diversidad a Nivel de Familias

El análisis de la composición faunística a nivel de familias revela que la presencia de bejucos en el dosel tiene diferentes efectos en las distintas familias de coleópteros. En el Cuadro 3 se muestra una comparación entre la diversidad de especies de los árboles con y sin bejucos para cada una de las 58 familias registradas en *Xylopia sericea*, mientras que las Figuras 3 y 4 representan dichas diferencias en forma de gráficos para las diez familias más comunes de todos los árboles muestreados.

Cuadro 3. Comparación de la composición de las familias de coleópteros de los 10 árboles de *Xylopia sericea* sin bejucos y de los 10 árboles de *Xylopia sericea* con bejucos.

Familia	Sin bejucos		Con bejucos	
	Especies	Individuos	Especies	Individuos
Paussidae	0	0	1	2
Carabidae	9	28	16	33
Dytiscidae	1	1	0	0
Hydrophilidae	0	0	1	1
Staphylinidae	31	184	49	246
Pselaphidae	2	29	2	32
Leiodidae	9	77	11	73
Ptiliidae	1	1	4	4
Scydmaenidae	2	2	0	0
Scaphidiidae	1	1	0	0
Histeridae	4	4	4	7
Helodidae	0	0	1	1
Byrrhidae	1	2	0	0
Limnichidae	10	22	7	16
Buprestidae	11	13	5	5
Elateridae	5	9	3	3

Continuación Cuadro 3

Throscidae	1	1	0	0
Eucnemidae	2	4	4	5
Cantharidae	3	3	1	1
Lycidae	1	1	6	6
Dermeestidae	1	5	3	10
Ptinidae	1	1	0	0
Anobiidae	11	28	18	62
Trogoitidae	0	0	2	2
Cleridae	6	10	4	18
Melyridae	3	5	3	11
Malachiidae	4	7	4	24
Nitidulidae	4	10	8	24
Rhizophagidae	4	9	4	7
Silvanidae	1	1	0	0
Sphindidae	1	1	0	0
Cucujidae	4	9	3	8
Cryptophagidae	9	36	13	42
Phalacridae	10	28	10	42
Erotylidae	1	1	0	0
Corylophidae	9	92	14	92
Coccinellidae	21	34	19	35
Endomychidae	2	9	4	5
Lathridiidae	2	45	3	44
Biphylidae	2	6	1	2
Mycetophagidae	2	2	1	1
Ciidae	2	2	2	3
Monommidae	1	1	0	0
Colydiidae	8	112	9	91
Tenebrionidae	4	10	8	14
Lagriidae	2	12	2	3
Alleculidae	2	3	1	1
Melandryidae	1	4	3	5

Continuación Cuadro 3

Mordellidae	7	10	5	7
Anthricidae	7	25	6	26
Aderidae	10	16	9	16
Cerambycidae	7	8	5	5
Chrysomelidae	22	77	44	141
Bruchidae	4	5	9	10
Anthribidae	7	10	3	3
Curculionidae	69	202	110	260
Platypodidae	1	1	2	2
Scolytidae	15	28	20	41
TOTALES	361	1247	467	1492

Figura 3. Número de especies registradas en las 10 principales familias de coleópteros de (a) los 12 árboles sin bejuco (sombreado leve); y (b) los 12 árboles con bejuco (sombreado oscuro).

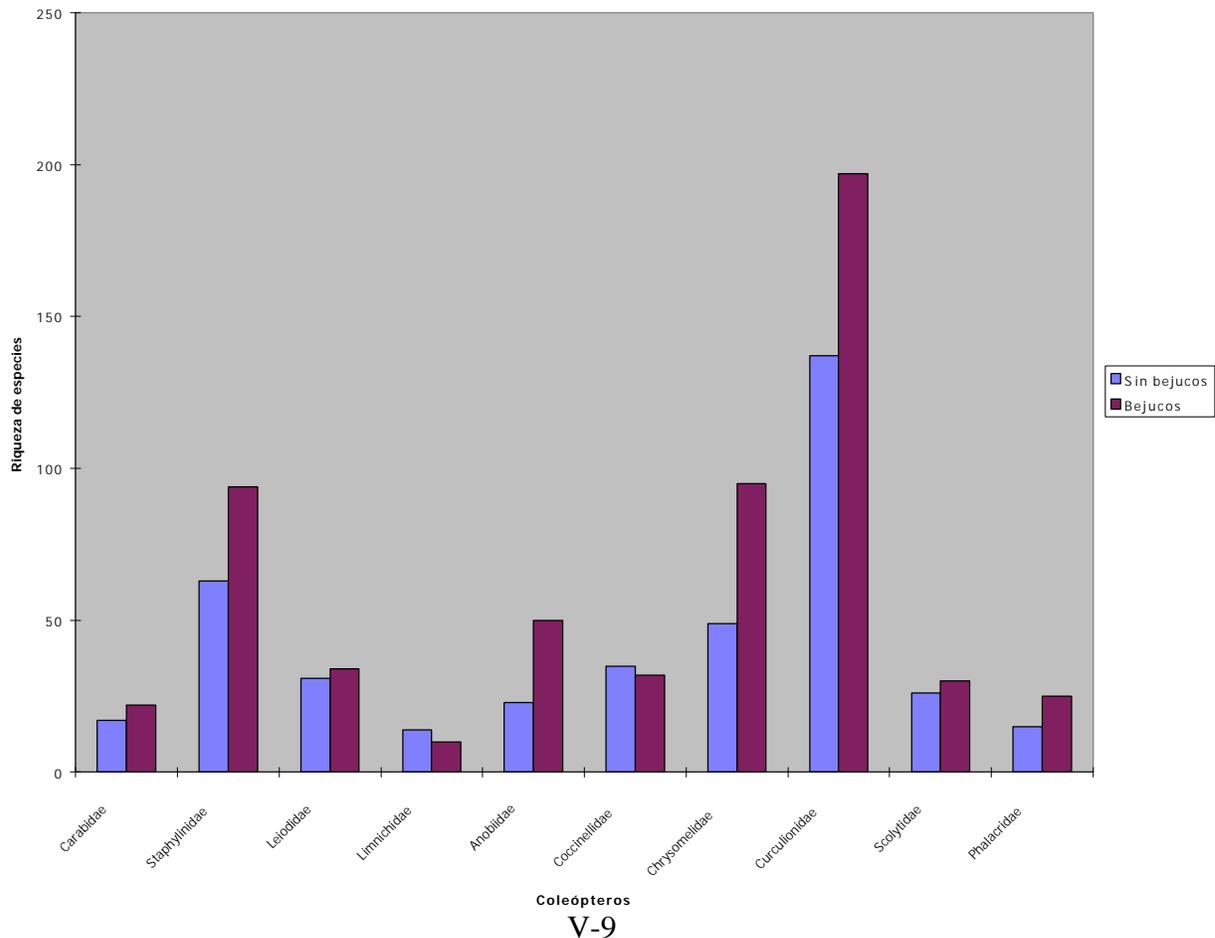
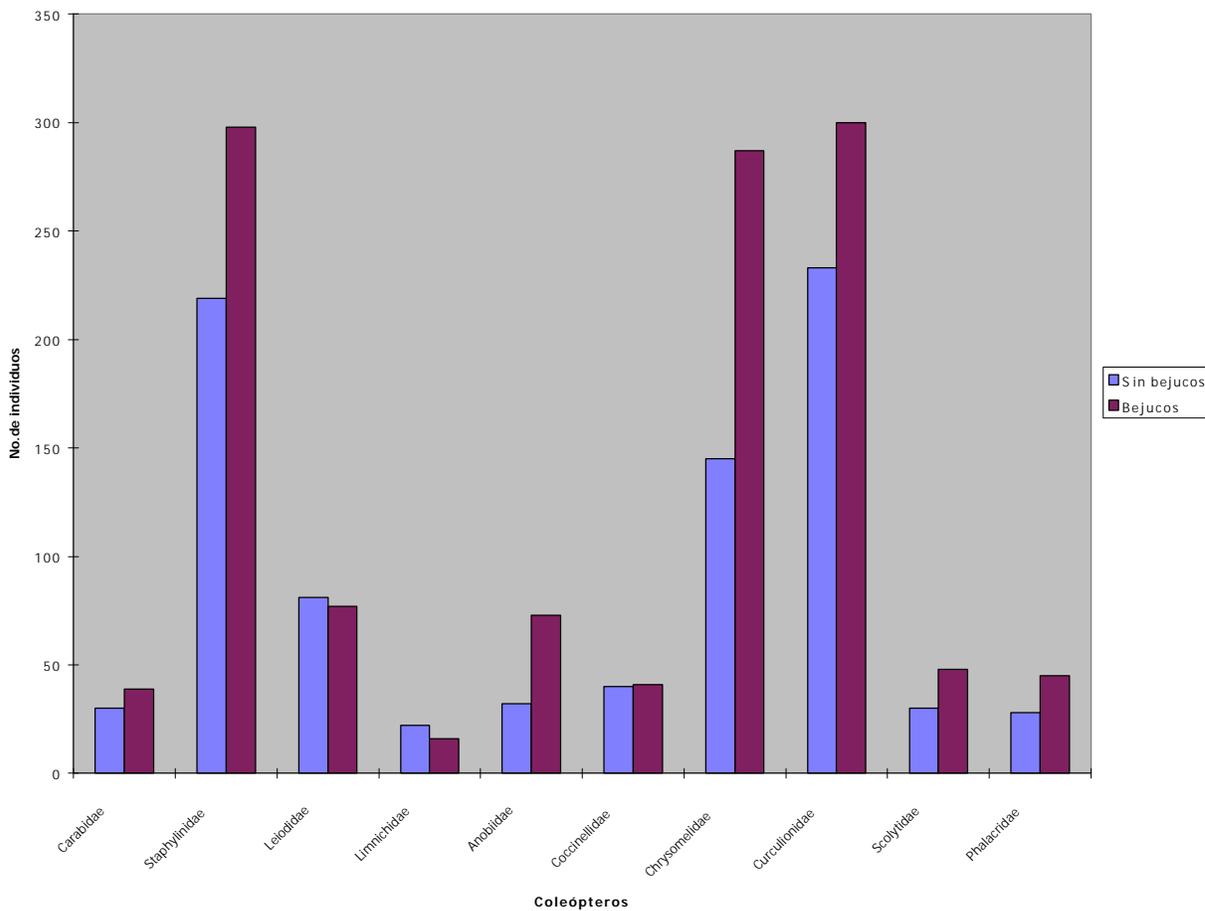


Figura 4. Número de individuos registrados en las 10 principales familias de coleópteros de (a) los 12 árboles sin bejucos (sombreado leve); y (b) los 12 árboles con bejucos (sombreado oscuro).



Las Figuras 3 y 4 ejemplifican la mayor riqueza y abundancia de especies que muestran los árboles con bejucos, como lo expresan las 10 mayores familias muestreadas. Se efectuó un análisis de varianza de dos vías por familia y presencia/ausencia de bejucos, tanto con los datos de riqueza de especies como los de abundancia. La riqueza de especies varía significativamente entre los árboles con y sin bejucos ($f = 12.32$; $df = 1$; $p = 0.001$) y entre familias ($F = 33.32$; $df = 9$; $p < 0.001$). La abundancia no varía significativamente entre árboles con y sin bejucos ($f = 3.31$; $df = 1$; $p = 0.70$); pero sí varía significativamente entre familias ($f = 10.10$; $df = 9$; $p < 0.001$). Se aplicó la prueba de Tukey HSD con el fin de determinar qué familias son significativamente diferentes y dichas pruebas indicaron que las siguientes familias requerían mayor investigación: Staphylinidae, Anobiidae, Chrysomelidae y Curculionidae. Esto se logró mediante pruebas pareadas de t de una cola aplicadas sólo a las cuatro familias mencionadas anteriormente. Se consideró que esta prueba era la más apropiada, ya que toma en cuenta que cada par de árboles muestreados fue escogido para reducir al mínimo la variación en las características físicas de los pares. Las cuatro

familias presentan mayor riqueza de especies en los árboles con bejucos (ver Cuadro 4). Las familias Anobiidae y Chrysomelidae también son significativamente más abundantes en los árboles con bejucos (ver Cuadro 4) que en los que carecen de éstos.

Cuadro 4. Resultados de las pruebas pareadas de t de una cola. En cada caso, n = 12.

Riqueza de especies		Abundancia	
Familia	Significancia	Familia	Significancia
Staphylinidae	t = 2.33, p = 0.020	Staphylinidae	t = 0.80, p = 0.220 ns
Anobiidae	t = 3.51, p = 0.002	Anobiidae	t = 3.00, p = 0.006
Chrysomelidae	t = 2.88, p = 0.008	Chrysomelidae	t = 1.80, p = 0.050
Curculionidae	t = 2.28, p = 0.022	Curculionidae	t = 1.66, p = 0.063 ns

Todas las especies representadas por tres o más individuos se extrajeron del grupo de datos y se analizaron en cuanto a presencia o ausencia en cada uno de los tratamientos (con y sin bejucos), con el fin de investigar el número de especies de coleópteros que dependen potencialmente de la presencia de bejucos en el bosque. Este proceso mostró que 8 especies de coleópteros se registraron exclusivamente en los 10 árboles de *Xylopia* sin bejucos, mientras que se encontraron 30 especies que se presentan sólo en árboles con bejucos. Estas 30 especies, una proporción de las cuales podría desaparecer del bosque si se eliminan los bejucos, cubren una gran variedad de familias: Curculionidae (ocho); Chrysomelidae (seis); Staphylinidae (cuatro); Anobiidae (tres); Phalacridae (tres); y Anthicidae, Leiodidae, Scolotydae, Nitidulidae, Aderidae y Tenebrionidae (una).